

高等学校教学参考书

北美地史学

M. S. 彼得森

〔美〕 J. K. 里格比 著

L. F. 欣茨

中国地质大学出版社



北美地史学

Morris S. Petersen

J. Keith Rigby 著

Lehi F. Hintze

王治平 全秋琦 译

严协成 校

中国地质大学出版社

1988.9

内 容 简 介

本书共14章,约16万字,图表163幅。第一章阐述了地史学的一些基本理论;第二章结合古地磁、放射性年龄和宇宙地质资料介绍了北美前寒武地质发展史,同时论述了有关前寒武地质的研究方法;从第三章至第十四章,运用板块学说,联系全球重要地质事件,对北美大陆从寒武纪到第四纪的地史演变进行了系统阐述,同时又用槽台理论对各区沉积类型作了分析。书中文字简练,言简意深,图文并茂,内容丰富。可供各类地质专业教师、研究生、高年级学生和地质科研人员参考。

M. S. Petersen

J. K. Rigby

L. F. Hintze

Historical Geology of North America
Second Edition

Wm. C. Brown Company Publishers, 1980

北美地史学

M.S.Petersen, J.K.Rigby和L.F.Hintze 著

王治平 全秋琦 译

责任编辑 邓雪松

中国地质大学出版社出版

湖南省地矿局402队印刷厂印刷 湖北省新华书店经销

开本 787×1092 1/16 印张 9.625 字数 238千字

1988年9月第1版 1988年9月第1次印刷

印数 1—1000册

ISBN 7-5625-0136-X/P·49

定价: 2.05元

前 言

地史学与地质学的所有其它学科一样，由于受到板块构造理论的普遍影响，在过去的十几年中已发生很大变化。人类对月球及对邻近行星的探索，扩大了我们对地球历史，尤其是对其早期历史的了解。有关这些方面的进展成果均已编入本书《北美地史学》的第二版中。

《北美地史学》可作为普通教科书使用，也可作为地史学课程的补充教材。为了简要地介绍地史学，书中省略了有关的细节，或只作概要的论述。因此，本书所用原理则需任课教师加以补充说明。这是一本以北美为例阐述地球物理变化和生物演化的修订本。我们希望通过它的介绍能使学生了解地史学，并从中获得教益。

作者 Morris S. Petersen
J. Keith Rigby
Lehi F. Hintze

译者的话

北美地史学 (Historical Geology of North America) 一书由美国布莱汉姆扬大学 Morris S. Petersen 等三人编著。全书将板块构造与传统的构造理论相结合, 以论述沉积和构造为主来阐明整个北美大陆的地史演变。在论述与北美大陆地史发展有关的全球构造时运用了活动论的观点, 并以拉开和拼合的图式表示板块的解体与对接。对大陆内部各区的沉积特征则以槽台构造单元进行叙述, 并对北美各地质时期一些特殊的地层单位作了详细介绍。同时, 结合地史特征扼要地介绍了各地史时期的古生物和古气候。

全书取材精练, 重点突出, 用较少的篇幅说明了一个大陆的地史演变。在目前国内各类教材的篇幅日趋扩张的情况下, 本书可作为某些方面的借鉴。

书中第一、二、九、十、十三章由全秋琦译, 第三、四、五、六、七、八、十一、十二、十四各章由王治平译。全书由严协成老师校, 杜宽平副教授也做了校译工作。在整个翻译过程中, 得到吴顺宝副教授的热情支持和帮助, 彭泥泥、吴继红和徐晓玲进行绘图和植字, 在此一并致谢。

由于水平有限, 译文中不适之处, 敬希读者批评指正。

译者

目 录

前 言

第一章 将今论古	(1)
一、揭开地球历史之谜.....	(1)
二、均变论.....	(1)
三、地球的构造动力.....	(1)
四、地球的地质构造格局.....	(2)
五、确定岩石的形成时期.....	(4)
六、年龄测定与岩层对比.....	(4)
七、古环境识别.....	(5)
八、北美的古位置.....	(7)
九、全球性海平面变化.....	(8)
第二章 前寒武纪	(10)
一、地球的形成.....	(10)
二、月球史.....	(10)
三、地球早期的大气圈, 海洋和地壳.....	(13)
四、放射性年龄测定.....	(14)
五、前寒武纪的地质年表.....	(16)
六、前寒武纪生物.....	(17)
七、加拿大地盾和美国前寒武系.....	(18)
八、大峡谷——贝尔特地层.....	(21)
九、晚前寒武纪的全球冰川作用.....	(22)
十、前寒武纪经济矿床.....	(23)
十一、前寒武纪构造.....	(24)
第三章 寒武纪	(25)
一、寒武纪古地理.....	(25)
二、寒武纪的命名.....	(25)
三、寒武系底界——具硬壳化石.....	(26)
四、伯吉斯页岩——独特的化石形成作用.....	(27)
五、寒武纪动物区系.....	(28)
六、寒武纪大海侵.....	(29)
七、寒武纪地槽.....	(29)
八、寒武纪大陆边缘.....	(31)

九、寒武纪构造	(32)
第四章 奥陶纪	(33)
一、冒地槽-优地槽及板块构造	(33)
二、奥陶纪生物相问题与奥陶纪生物	(36)
三、奥陶系底界问题	(37)
四、构造和冰川事件导致的全球性不整合	(38)
五、塔康造山运动和板块构造	(39)
六、北美奥陶纪的赤道位置	(41)
七、奥陶纪经济矿床	(43)
第五章 志留纪	(44)
一、来自塔康山脉的最后沉积	(44)
二、大陆的稳定性	(45)
三、美国中北部的礁后蒸发岩	(46)
四、密执安与威利斯顿盆地	(47)
五、阿巴拉契亚地区的富铁沉积	(49)
六、志留纪生物	(49)
七、志留纪的划分	(50)
八、尼亚加拉瀑布剖面	(52)
九、志留纪构造	(53)
第六章 泥盆纪	(54)
一、研究史	(54)
二、泥盆纪海侵	(55)
三、中、晚泥盆世生物礁	(56)
四、泥盆纪生物——鱼类的时代	(56)
五、泥盆纪造山运动	(58)
六、泥盆纪构造	(61)
第七章 密西西比纪	(63)
一、研究史	(63)
二、克拉通区密西西比纪地层	(63)
三、密西西比纪岩层中的燧石沉积	(64)
四、地槽区的密西西比纪地层	(65)
五、密西西比纪生物	(66)
六、密西西比纪构造	(68)
第八章 宾夕法尼亚纪	(69)
一、地台区沉积旋回	(70)
二、阿巴拉契亚地区的含煤盆地	(70)
三、美国西部和西南部的隆起	(71)

四、美国南部的宾夕法尼亚纪隆起.....	(72)
五、北美东部的阿勒格尼造山运动.....	(73)
六、加拿大的宾夕法尼亚纪岩层.....	(74)
七、宾夕法尼亚纪生物.....	(74)
八、宾夕法尼亚纪构造.....	(76)
第九章 二叠纪	(77)
一、二叠纪古地理.....	(77)
二、阿勒格尼盆地与新不伦瑞克盆地.....	(77)
三、阿巴拉契亚山脉的二叠纪褶皱作用.....	(78)
四、泛大陆——二叠纪超大陆.....	(79)
五、北美大陆内陆.....	(79)
六、二叠纪环礁盆地.....	(80)
七、科罗拉多山脉.....	(82)
八、爱达荷-亚利桑那州的卡巴布磷酸盐海.....	(82)
九、西部优地槽.....	(83)
十、北极加拿大.....	(84)
十一、二叠纪生物.....	(84)
十二、二叠纪构造.....	(86)
第十章 三叠纪	(87)
一、泛大陆解体.....	(89)
二、西部内陆.....	(91)
三、艾伯塔省—不列颠哥伦比亚省的东北部.....	(93)
四、西海岸优地槽.....	(94)
五、阿拉斯加-育空地区.....	(94)
六、北极岛屿.....	(94)
七、三叠纪生物.....	(94)
八、三叠纪构造.....	(95)
第十一章 侏罗纪	(97)
一、科罗拉多高原的早侏罗世地层.....	(98)
二、侏罗纪优地槽沉积.....	(98)
三、晚侏罗世—晚白垩世弗朗西斯科混杂堆积.....	(99)
四、桑丹斯-祖尼海.....	(99)
五、莫里森组.....	(100)
六、墨西哥湾沿岸的侏罗系.....	(102)
七、北极沿岸的侏罗系.....	(103)
八、内华达造山运动.....	(103)
九、侏罗纪生物.....	(104)
十、侏罗纪构造.....	(104)

第十二章 白垩纪	(107)
一、大西洋滨海平原.....	(108)
二、东部内地的白垩纪火山作用.....	(109)
三、墨西哥湾.....	(109)
四、白垩纪造山运动.....	(111)
五、白垩纪岩基与火山岩.....	(114)
六、西部内地的白垩纪沉积岩.....	(115)
七、太平洋海岸.....	(116)
八、北冰洋海岸.....	(116)
九、白垩纪生物.....	(117)
十、白垩纪构造.....	(119)
第十三章 第三纪	(121)
一、新生代的时代划分.....	(121)
二、大西洋-墨西哥湾沿岸的沉积作用.....	(122)
三、佛罗里达-巴哈马-安的列斯群岛.....	(123)
四、西部内陆的早第三纪.....	(126)
五、西部内陆的晚第三纪.....	(126)
六、太平洋沿岸的第三系.....	(129)
七、第三纪生物.....	(131)
八、第三纪构造.....	(131)
第十四章 第四纪	(134)
一、第四纪地质年代学.....	(134)
二、大陆冰川沉积.....	(134)
三、劳伦冰盖.....	(135)
四、科迪勒拉冰川综合体.....	(136)
五、美国西部的更新世湖泊.....	(137)
六、大洋盆中的更新世记录.....	(139)
七、更新世后的均衡回跳作用.....	(142)
八、第四纪生物.....	(142)
九、第四纪构造.....	(144)
十、最后的回顾.....	(144)

第一章 将今论古

一、揭开地球历史之谜

地质学家研究地球历史，需要象最有才能的侦探家——福尔摩斯那样作出不懈的努力，同时也需要有演绎和综合的推理方法。地史研究的成功，取决于对地质年代，古地理，地质作用和生物作用这四方面概念的理解。本书主要是研究北美洲。我们将以从古到今的顺序研究地质历史。此项研究是令人高兴的，因为它从地质学方面为当代思想作出了两项最伟大的贡献，即时间的无限性和变化的永恒性。

二、均变论

直到18世纪后期，大多数自然科学家还认为地球的年龄只有几千年，其历史记载了许多全球性的剧烈灾变，最后一次灾变是圣经中所描述的大洪水。1785年，美国革命之后不久，苏格兰人詹姆斯·赫屯（James Hutton）提出了均变论。他认为地质记录应该根据古今相同的地质作用来解释。由于大多数地质作用发展缓慢，所以有理由认为当今世界的地质年代其漫长。赫屯认识到这一关系后写道：“我既没有看到开始的遗迹，也看不到终止的界极线。”所谓均变论，就是“将今论古”。

赫屯的均变论被查理斯·莱伊尔（Charles Lyell）编入世界第一部地质教科书《地质学原理》（1830年）后，改变了地质思维方式。然而，今天我们之所以要改变那种认为古今完全相同的思想，是因为我们终于认识到地球早期的大气圈和水圈与现在的不同，因而，不会出现完全相同的过程。此外，早期的地球旋转较快，一天的时间较短。再者，地球内部比较丰富的放射性能源也使得其内部作用比今天更为强烈。尽管支配物质和能量的基本规律始终如一，但随着地球演化成现在的状态，地质作用和生物作用速率和相对重要性方面，都已发生了变化。

三、地球的构造动力

构造地质学是研究地壳的所有形变作用的学科。形变作用分为各种级别，从岩石的显微破裂、山系中的褶皱和断层，直到大陆和洋底的自身运动。地球表面没有一个地方是静止的。尽管运动的速度一般非常缓慢，但人类经过很长时间，终于认识了构造运动的确是普遍存在的。

我们主要通过穿过和围绕地球传播的地震波速的研究，将地球内部分层如图1-1所示。主要由铁组成的地核大约占地球体积的六分之一，占其质量的三分之一。人们认为液态外核中的流体运动是产生地球磁场的主要原因。驱使外核流体运动的能源，虽然还不十分清楚，

但可能是重力能、热能或地球的自转能。在整个地质时期内，地球磁场在大陆与大洋底的岩石中留下了变化的痕迹，象磁带一样记录了过去的构造运动的历史。

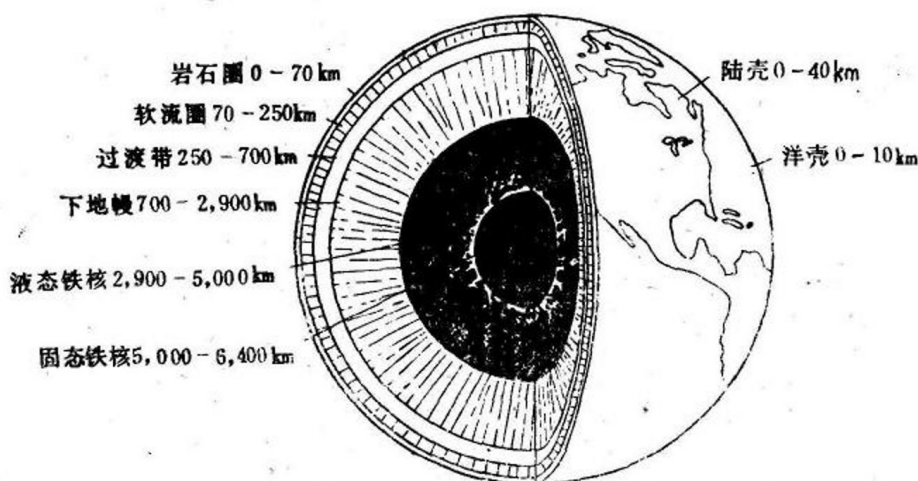


图1-1 据地震资料解释的地球主要分层

地核之上的下地幔为一固体壳层；它向上经过渡带进入软流圈，这是一个薄弱带。软流圈传播地震波的速度比毗邻的上、下壳层慢。这表明软流圈是一个部分（约1—10%）熔融带。

岩石圈是地球的外壳，其中镶嵌着一些大陆块。岩石圈由坚硬的固体岩石组成，能快速传播地震波。它位于流动基底之上。软流圈和可能的上地幔过渡带呈炽热的半固体状态在不断地缓慢“流动”，其速度每年约1cm。引起这种对流运动的能源，可能是重力能和地球原始成分中钾、钠、钍和铷等放射性元素衰变所释放的热能。

软流圈中缓慢的湍流运动，引起地球外壳运动。地球外壳沿称为扩张中心的洋中脊裂开，而来自下面的部分熔融带的岩浆则沿洋中脊上升并凝固在洋壳上。较老的洋壳沿称为俯冲带的深海沟再循环到地球内部。这样地球岩石圈就被分裂成大大小小的板块，其现在的格局见图1-2。

四、地球的地质构造格局

地球现在的复杂地质构造格局通常用表示岩石不同年龄的各种彩色图例描绘在地质图上。在行家眼里，这种图形排列显示了岩石沉积（以水平层为主）与后成褶皱和断裂变形之间长期相互作用的关系。与大洋盆地相比，大陆比较复杂，其原因是大陆物质轻，一般不再循环进入地球内部，因而在较长的地球历史中留下了地质作用的叠加痕迹。如图1-3所示，大陆区分为四种类型：（1）地盾区最老的大陆岩石，构成大陆核心。由于地盾存在的时间非常之长久（600Ma以上），所以它们早已被侵蚀成为低平的陆地，例如加拿大东部的大部分地区。（2）古老褶皱带（200—600Ma）：指那些由已变形的巨厚沉积物和火山堆积物所组成的，而现在大部分已被夷平的古山脉。阿巴拉契亚山脉就是一个很好的例子。（3）年轻褶皱带：指那些不到200Ma的所有山系，其中有些山系仍在伴随火山活动和地震活动在不断上升。比较图1-2和图1-3，能很容易看出年轻褶皱带，位于主要地壳板块的边缘区。北美与

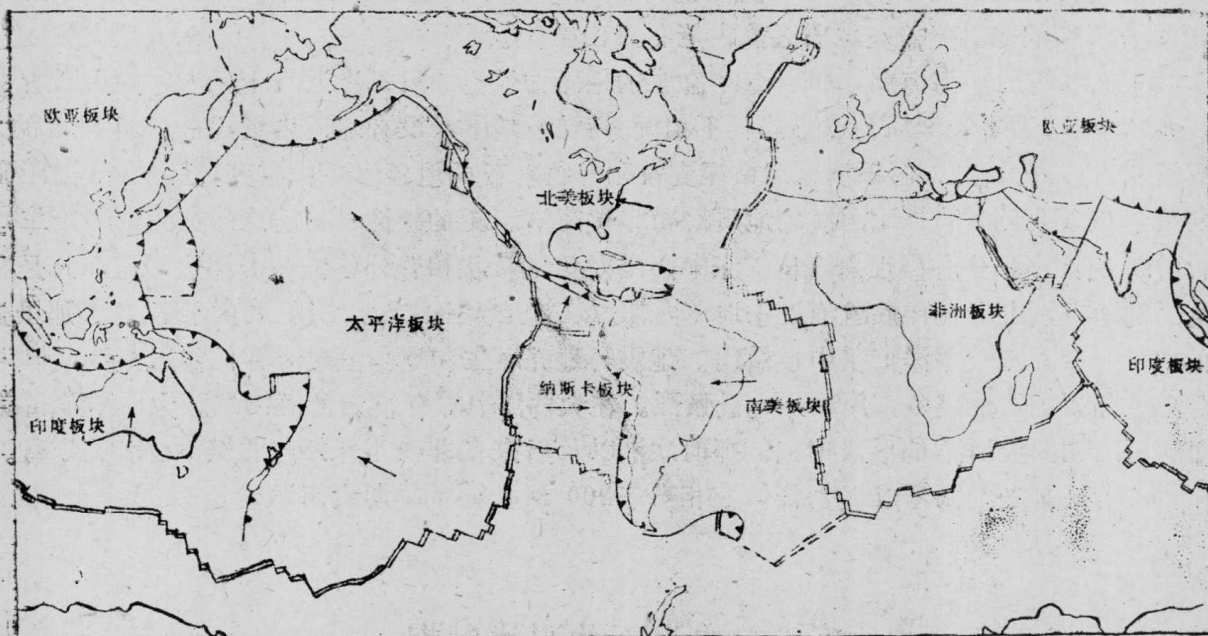


图1-2 现在全球的主要板块分布

双线表示洋中脊扩张中心。齿线表示消减带，齿侧为仰冲板块。单线表示转换断层。虚线表示不肯定的边界。箭头表示板块运动方向

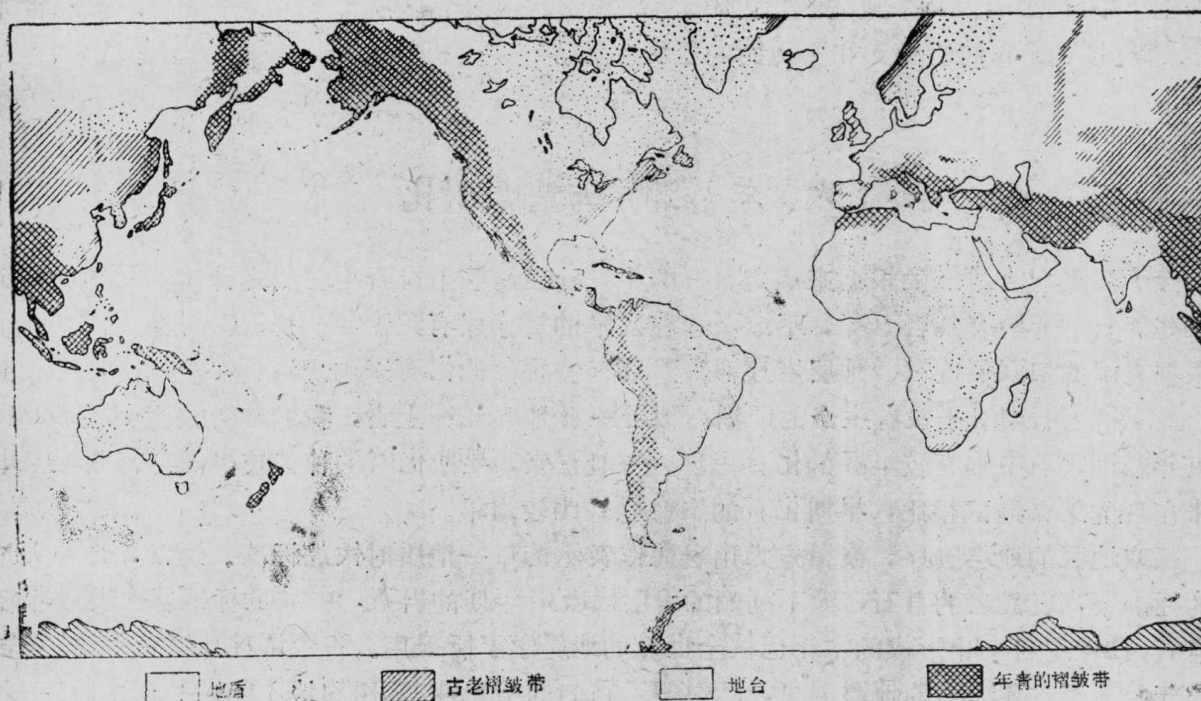


图1-3 现在的大陆构造格局

南美西部的科迪勒拉山脉都是年轻山系的明显例证。(4)地台：在图1-3中以无阴影区表示，近乎水平的地层复盖在地盾区或古老的造山带上。

由于很难接近深海海底，所以海洋盆地的地质构造格局只是在近几十年内才为人们所揭晓。海洋盆地与大陆的地质构造格局极不相同。海洋盆地中既没有地盾岩石，甚至如古老的大陆褶皱带岩石也没有。人们根据深海钻探资料和海底岩石的地磁图形的研究，已经推导出洋底的年龄。与复杂的大陆相比，海底地质格局非常简单。新的磁性岩石沿大洋扩张中心产生，随着时间的推移，这种磁性岩石自扩张中心呈对称的带状相背外移。在大洋边缘区，凡是有消减带的地方，古老的洋底就消失于地球内部。这就是太平洋西部所发生的情况。在那里最老的残余洋底，离太平洋扩张中心最远。地震与地壳增生和地壳消减两者的作用相关，但与地壳消减有关的地震最多，最深，也最强烈。在大西洋中没有较大的海沟系。大西洋洋底最老年龄可追溯到大西洋的形成时期。那时欧洲以及后来的非洲正开始与北美和南美分离。现在的红海只是一个刚形成的海洋，它相当于200 Ma 前的早期大西洋。

五、确定岩石的形成时期

从某种意义上说，地球所有物质的年龄相同，因为其形成时期可追溯到宇宙的起源。然而，就象我们这些由相同起源的元素组成的人根据自己的生日确定年龄一样，岩石也有自己的形成期。沉积岩的形成期是其沉积的时代。火山岩的形成期是其冷却的时代。由于侵蚀作用和构造作用的不断进行，岩石会不断地产生，消亡，再产生。作为旁观者，我们观察到的是到目前为止的瞬息年龄关系。通过确定岩石的形成期，我们认为一些岩石比另一些岩石老。在一套沉积地层中，底部岩层由于最先沉积，所以年龄最老。这通常称为“地层层序律”。侵入岩和断层通常分别比它们所侵入和所切割的岩层年轻。

六、年龄测定与岩层对比

今天我们已有可靠的根据来确定岩石的年龄。我们利用岩石年龄测定技术，可以肯定地说某些岩石的年龄有几百万年。不过，这种技术的使用只有几十年的历史。在此之前，人们是根据岩层的相互位置（“地层层序律”）和它们所含的化石来确定岩石年龄的。以经验而论，最老的岩石中几乎没有生命的证据；但当顺着地层柱往上看，我们就会发现，在600Ma和更年轻的岩石中则有较丰富的化石出现。一般说来，早期化石的种类较少，与化石记录中后来出现的生命形式相比，早期化石的生命形式比较简单。

某些地区的地层层序，被指定为用岩性作表示的每一地质时代的标准。通常，加拿大地盾的标准层代表最老的岩石，大不列颠的岩层代表中年期的岩石，中欧的标准层代表最年轻的岩石，19世纪后半叶形成的术语已被全世界的地质学家所采用。各个语种用这套术语，将岩石的年龄表示在各大陆的地质图上，已说明了它们的实用性。常用的地质年代名称见图1-4。任何人在使用地质图或考察地质历史时，都必须牢记这套名称。

图1-4中的地质年代名称虽然已经使用了一百多年，但是以百万年(Ma)为单位确定地质年代，是在收集了大量资料后的近年内完成的。确定岩石实际年龄(以Ma为单位)的最好方法，是放射性年代测定法，下章将详细解释其测定过程。用放射性法测定火成岩的年龄效果最好。沉积岩的年龄主要根据它们与火成岩的关系来确定。例如，某些地层序列中可能含凝灰岩或熔岩流，它们的年龄可用放射性法直接测量出来，而围岩的年龄则可根据与毗邻火山岩的关系来推断。放射性年龄测定法既昂贵又费时，而且主要适用于火成岩。因此，大部分沉积地层的年龄，是根据那些与放射性年龄数据发生间接联系的化石确定的。在浅海沉积物中化石极为常见。在整个地质历史中，由于大多数动植物群演变迅速，所以动植物化石可以用来确定岩石的时间顺序，再根据图1-4将它们归入某一地质年代。这有点类似于用罗马硬币确定考古物的年代。

地球磁场在其历史中经常出现南北向倒转，这是确定岩石年龄的另一依据。形成于大洋扩张中心的岩石尤其具有地磁场倒转特征。地磁场倒转型式不仅可以被人们所认识，而且还可用来测定某些大陆岩石层序的年龄。

岩层对比就是确定不同地区的地层单位在时代或地层位置上的相当。关于地层对比的方法，人们设计了许多方案，其中多数方案是根据岩石类型、化石赋存、放射性或地磁年代测定法而设计的。为了推论地球的历史，对比是十分必要的。我们只有在弄清了岩石的年龄之后，才能说清楚过去某一时期发生过的事件。

0	世	纪	代	宙	
0.01	全新世	第四纪	新生代	显生宙	
1.8	更新世				
5	上新世	第三纪			
24	中新世				
37	渐新世				
53	始新世				
65	古新世				
110	白垩纪	中生代	显生宙		
210	侏罗纪				
245	三叠纪				
290	二叠纪	古生代		显生宙	
335	石炭纪				宾夕法尼亚纪
370					密西西比纪
405	泥盆纪				
435	志留纪				
505	奥陶纪				
575	寒武纪				
	前寒武纪		隐生宙		

图1-4 地质年代表
数字以百万年为单位表示距今的年龄

七、古环境识别

每一种岩石都有一段经历。例如，根据均变论研究地层和解释所见现象，我们可以作出这样的判断，新泽西州曾一度是火山活动地点，衣阿华州曾多次被浅海所淹没，而伊利诺斯州曾被冰川所覆盖。根据化石、沉积构造或火山构造推断地球的过去，是很有道理的。甚至在“地质学”一词创造出来以前，自然科学工作者就在这方面做了许多年的工作。古环境再造还是一种有益的思维训练，它不仅给人以美的享受，而且常常具有重要的经济价值。石油地质学家用与加勒比海现代礁比较的办法，恢复他们所推测的埋藏在地下的灰岩礁，来寻找

遗漏的油捕；设想怀俄明州下面存在滨外沙坝，和重建出俄克拉何马州下面河道“鞋带状砂层”。

比较成熟的推理方法，能使我们推断出地史中的板块构造关系。由于我们能够测量出现代板块运动的方向和速度（图1-2中的箭头表示运动方向），我们就可以逆转板块的运动方向，而将板块送回到早期的位置。在此基础上，我们能 把200Ma前的美国东部与非洲西部并合在一起而使大西洋闭合起来。根据海底磁场记录，板块的速度-距离外推法，只能使我们追溯到大约200Ma前的情形（图1-5）。要想推断出200Ma之前的板块构造的相互关系，我们则必须采用其它的思维方法。

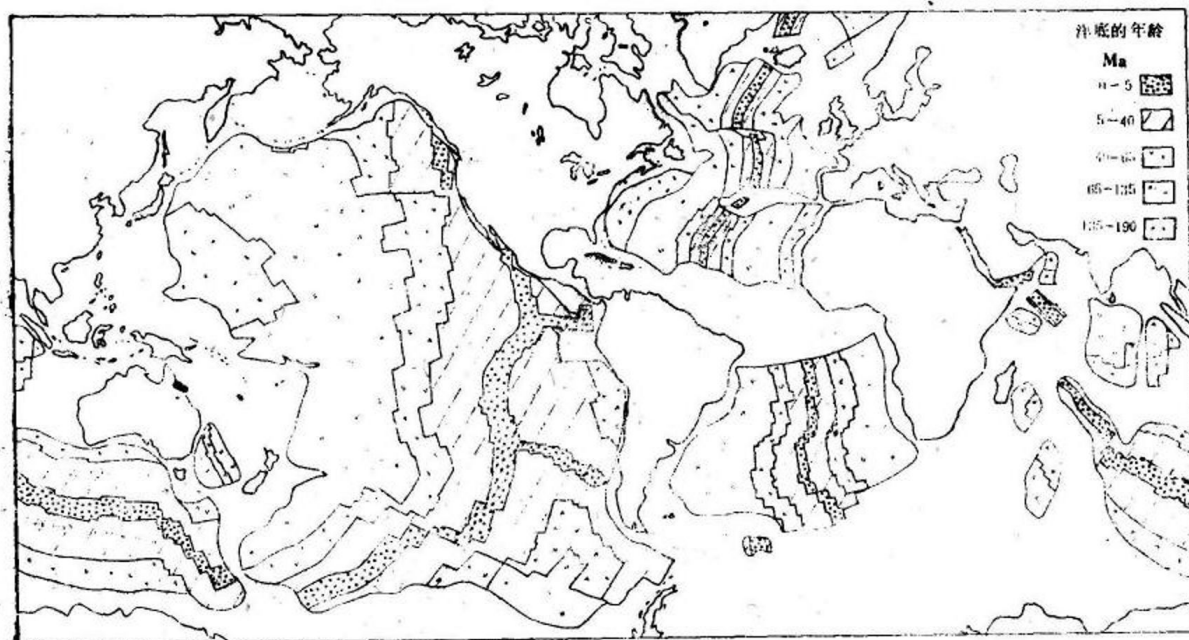


图1-5 洋底年龄

根据洋盆中的有限钻孔及海底岩石的磁性资料确定的洋底年龄

虽然我们所用的严谨的板块构造外推法，来自于海底地质构造比较简单的地方的研究成果；但现在的地质研究者也试图运用板块构造概念解释在大陆上所看到的一些比较复杂的地质构造关系。为此，我们仍然运用均变论的原理进行如下推论。例如，在南美西海岸的安第斯山脉中，到处是以安山岩为主的火山岩。就在安第斯山的滨外地区，纳斯卡(Nazca)板块现正沿着一条主要海沟系(图1-2)滑入南美西部之下。地质学家认为这种安山质火山岩与这类板块构造关系直接相关，这是因为现在凡是具有这种板块构造关系的地方，都可以找到这类火山岩。所以，当我们在内华达中部发现大量的150Ma前的安山岩时，就可以推断当时在内华达西部与加利福尼亚之间必定存在一个深海沟消减带，并有安山岩产生。

在扩张中脊、消减带和转换断层这三种主要的板块界线中，只有前两种具备特殊的岩石组合。转换断层的唯一标志是原来连结在一起的地质特征，后来呈现极大的分离。如前所述，消减带的标志是其内侧存在着安山质火山岩。从俯冲岩石圈板块顶部刮下来，而又混合了广海与滨岸混杂堆积物，可作为古消减带的标志。偶尔甚至有部分玄武质海底在板块俯冲时留了下来。这种混杂的岩石组合称为混杂堆积。混杂堆积带与安山岩带的成对出现，证明了消减带的存在。早期形成的混杂堆积在加利福尼亚沿岸的一些地区已经完好地显露出来。

在大洋扩张中心形成的新物质，玄由武质枕状熔岩、辉长岩和较致密的橄榄岩组成。这种岩石组合，总称为蛇绿岩套。除了沉积于蛇绿岩套上的广海和滨岸沉积物外，蛇绿岩套构成了洋底岩石圈。尽管蛇绿岩套在大洋盆地中分布广泛，但在大陆沉积中却很罕见，因为它们们在消减带处随俯冲板块在不断循环，只有极少数巨大蛇绿岩块，由于侵位到上覆大陆块上，才免遭循环而保存下来。北美最大的蛇绿岩块可能是位于纽芬兰中部的奥陶纪的岩块。

八、北美的古位置

我们已经讨论了运用海底磁场倒转记录，追踪大约200Ma前大陆相对地理位置的方法。如要追踪更早的时间，我们必须运用在大陆岩石中所发现的另一种磁场纪录。含铁沉积物(或含磁铁矿的火山灰层或熔岩流)沉积时，磁极化的沉积颗粒就会变动方位，按地球磁场方向排列起来。当这些微小的磁体静止下来时，它们的聚合体就指示了当时地球磁极的位置。如果我们核对任一个大陆不同年代的岩层序列的磁极时，我们就会发现它们在整个地史时期内显示出了系统的年代变化，仿佛地球磁极在不断移动。两个大陆地磁记录的比较表明，它们的古地磁极曲线已发生分叉(图1-6)。

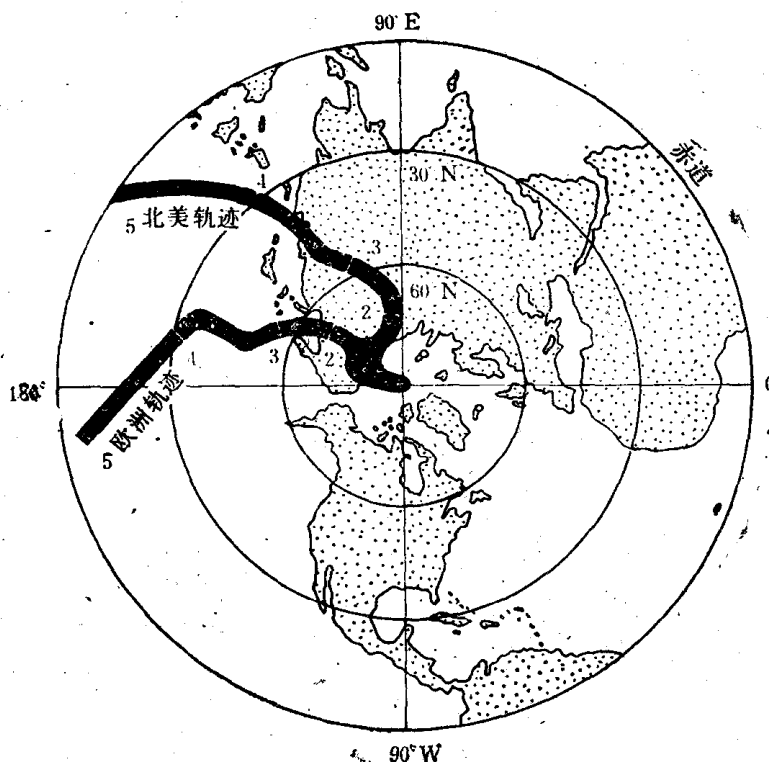


图1-6 北美和欧洲的视磁极游移轨迹 (APW)

黑体数字表示用放射性法测定的岩石年龄，以亿年为单位。如图所示，地球磁极实际上并没有移动，而是在随大陆漂移时完好地保留在原来的位置上。如果大西洋在二亿年以前并未裂开，那么欧洲和北美洲的极移轨迹就会相同

英国地质学家，利用所有大陆的古地磁资料，再造了500Ma以来各时代的世界古地理图(图1-7)。免得人们以为该图无瑕可击，所以我们应当指出，追溯古地极的方法有一个很大的缺陷：我们不能从岩石标本来恢复原始的经度位置，因为一定纬度的磁倾角在所有经度上相同。所以，在追溯200Ma以前大陆位置时，其经度位置存在着明显的不确定

性。

总之，海底和大陆岩石的古地磁资料，充分证实了大陆漂移的观点。此外，某些类型的岩石和化石分布也证实了这种观点。例如，在南极找到了煤，说明在植物形成煤时，南极大陆当时正处在另一个地理位置上。在整个地质时期内大陆有合有分，海洋有分有合，而我们所面临的挑战就是尽好地重建它们的地质构造格局。

九、全球性海平面变化

一百多年前，在命名地质各纪（图1-5）之时，曾把不整合面作为划分各纪的界线，即把地方性剖面中地层记录缺失作为标准。那时人们认为这些由大灾变造成的不整合面分布于全世界。但是，本世纪的研究表明，这种看法是错误的。不整合面只分布于局部地区，而其它许多地区的地层在时间上仍为连续沉积。正式命名的各纪，并不是原来所认为的自然地质体。

在过去的一百年中已经积累了大量的地质资料，也由于石油常常出现在不整合面附近，所以石油地质学家们在重新研究全球性的地层缺失时运用电子计算机复查了这些资料。地质学家利用了海洋和大陆的地震和古环境的研究成果，及用放射性和古生物学测定地质年代的方法，成功地找出了十三个全球性的不整合面（图1-8）。其中的三个与纪的界线一致，其余都不一致。假如地质学界的前辈能获得现在这么完善的地质资料，那么所划定的时间界线也许可与全球性的不整合面更相一致啊！

是什么原因引起全球性不整合呢？一种解释是冰川作用。当世界范围内的水大量凝固成大陆冰盖时，海平面就下降。相反，当世界范围内的冰融化时，海平面就上升。在一个较短的地质时期内，这一过程所形成的全球性海平面变化可达数百英尺。从奥陶纪、二叠纪和第四纪的地层看，显生宙的全球冰川作用可能影响过海平面变化。

可以导致海水侵入大陆的另一现象，则是海底的隆起作用。大西洋中脊系这样巨大的水下山链，就是大洋扩张中心的标志。沿扩张中心轴上升的炽热物质使中脊保持原有的高度。当物质远离扩张中心轴而冷却时，它则终于下降到深海海底的位置。如果炽热物质在扩张中

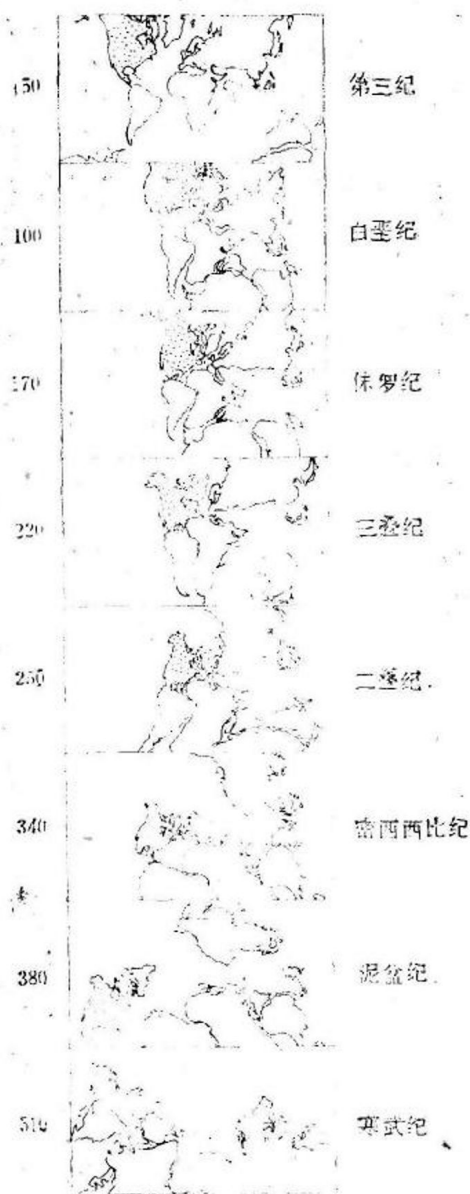


图1-7 显生宙大陆相对位置系列图
(据A.G.Smith,J.C.Briden和G.E.Drewry)

数字表示距今的时间，以百万年为单位。主要以古地磁资料确定大陆的位置。各大陆形状的明显失真真是因全球投影位置改变而引起的